

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 38 19 490 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 19 490.2
㉑ Anmeldetag: 8. 6. 88
㉒ Offenlegungstag: 14. 12. 89

㉓ Int. Cl. 4:
F 15 B 19/00

F 15 B 1/00
G 05 D 16/00
B 60 T 17/22
B 60 T 8/32
B 60 T 13/12
F 04 B 49/06
H 05 K 7/00
B 60 R 16/08

DE 38 19 490 A 1

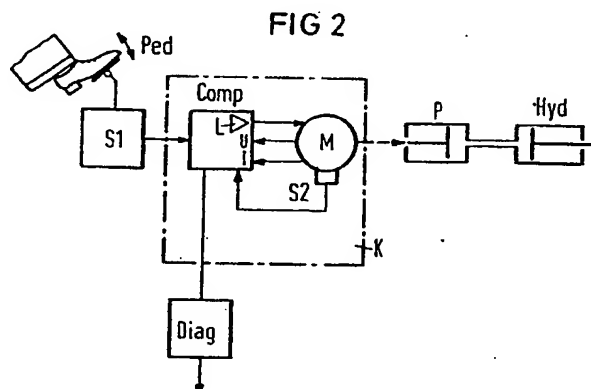
㉔ Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉕ Erfinder:
Würzle, Josef, 8402 Neutraubling, DE; Mayer, Klaus,
8401 Graßlfing, DE

㉖ Pumpsystem eines hydraulischen Stellgliedes, z. B. für ein KFZ

Die Erfindung betrifft ein Pumpsystem (S2, Comp, L, M, P) eines hydraulischen Stellgliedes (Hyd) zum Einstellen eines beweglichen Organs eines Objektes - z. B. einer Bremse eines Antiblockiersystems eines KFZ -, mit

- einem Elektromotor (M) zum Antreiben einer der Hydraulik-Flüssigkeitsdruck beeinflussenden Pumpe (P),
- mindestens einer Prüfeinrichtung (S2, U, I, Comp) zur Erfassung des Druckes der Hydraulik-Flüssigkeit (Hyd) und damit zur Erfassung der Funktionsfähigkeit der Hydraulik (Hyd), wobei
- der Sensor/die Sensoren (S2, U, I) während des Betriebs des Pumpsystems zumindest von Zeit zu Zeit, wenn nicht kontinuierlich, Meßwerte über den aktuellen Betriebszustand des Elektromotors (M) erfaßt/erfassen, ohne unmittelbar den Druck der Hydraulik-Flüssigkeit zu erfassen.



Beschreibung

Die Erfindung geht von dem im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen speziellen Pumpsystem aus, das für sich vielfach vorbekannt ist. Es handelt sich also um ein Pumpsystem, bei welchem der Druck der Hydraulik-Flüssigkeit überwacht wird, um die Funktionsfähigkeit der Hydraulik zu überwachen.

Die Erfindung wurde zwar vor allem für ein Antiblockiersystem und eine Antischlupfregelung eines KFZ entwickelt, an dessen Zuverlässigkeit und Lebensdauer auch unter harten Betriebsbedingungen sehr hohe Anforderungen zu stellen sind. Es zeigte sich jedoch, daß die Erfindung darüber hinaus Bedeutung für alle gleichartigen Pumpsysteme hat, bei welchen unter sehr harten Betriebsbedingungen eine besonders hohe Zuverlässigkeit gefordert wird, also z. B. bei Pumpsystemen für Schwerlastkrane, Rudersteuerungen von Schiffen, hydraulische Hebe-, Kipp- und Schub-Einrichtungen an Baufahrzeugen, usw.

Die Aufgabe der Erfindung,

- die Voraussetzungen für einen besonders zuverlässigen Langzeitbetrieb des Pumpsystems zu verbessern,

wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die in den Unteransprüchen angegebenen zusätzlichen Maßnahmen gestatten, zusätzliche Vorteile zu erreichen. So gestattet unter anderem die Maßnahme gemäß Patentanspruch

2, aus der Drehzahl des Elektromotors Indizien für die Funktionstüchtigkeit bzw. für Defekte der Hydraulik abzuleiten,

3, aus der Stromaufnahme des Elektromotors Indizien für die Funktionstüchtigkeit bzw. für Defekte der Hydraulik abzuleiten,

4, aus der aktuellen Betriebsspannung unmittelbar am Elektromotor Indizien für die Funktionstüchtigkeit bzw. Defekte der Hydraulik abzuleiten, wobei überdies durch eine Kombination der Maßnahmen gemäß den Patentansprüchen 2 bis 4 präzise das Drehmoment des Elektromotors abgeleitet werden kann,

5, einen drohenden Ausfall des Elektromotors rechtzeitig erkennen zu können, sowie Rückschlüsse auf den Betrieb des Elektromotors während der letzten Sekunden oder Minuten ziehen zu können,

6, auf eine weitere Weise Indizien für die Funktionstüchtigkeit bzw. Defekte der Hydraulik abzuleiten,

7, schlechte Kontakte, gebrochene Leitungen, durch Vibrationen abgeschürfte Leitungsisolierungen und sonstige Verbindungsleitungsmängel im besonders kritischen Bereich zwischen dem Elektromotor, seiner wichtigsten Sensoren und z. B. der Prüfeinheit dauerhaft mit hoher Zuverlässigkeit zu vermeiden, einen besonders kompakten, als Ganzes leicht in das Objekt monierbaren Aufbau zu ermöglichen, und aufwendige Abdichtmaßnahmen am Elektromotor-Gehäuse unterlassen zu können,

8, das betreffende gemeinsame Gehäuse auf besonders einfache Weise so herzustellen, daß über lange Zeit ein besonders sicherer Betrieb erreichbar ist, 9—12, jeweils auch Leitungen zu anderen hochsensiblen Bestandteilen des Pumpsystems langfristig

gegen Schäden zu sichern und dabei einen besonders kompakten, leicht montierbaren Aufbau zu erreichen,

10, zusätzlich die Gefahr von thermischen Überlastungen der Leistungselektronik verringern und damit dem Ausfall des Pumpsystems vorbeugen zu können,

13, auf besonders einfache Weise die betreffenden Elektronikbauteile im gemeinsamen Gehäuse anbringen zu können,

14, den die Steuereinheit des Elektromotors bildenden Computer zusätzlich als Prüfeinheit mit auszunutzen, sowie

15—20, jeweils Anwendungen des Pumpsystems zu bieten, bei welchen dessen Vorteile besonders zur Geltung kommen.

Die Erfindung wird anhand der beiden Figuren näher erläutert. Hierbei zeigt die

Fig. 1 schematisch ein bekanntes Pumpsystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie

Fig. 2 schematisch ein erfindungsgemäß aufgebautes und betriebenes Ausführungsbeispiel des Pumpsystems.

Beide Figuren zeigen Ausführungsbeispiele, welche insbesondere für Antiblockiersystem (= ABS) und Antischlupfregelungen (= ASR) oder z. B. auch zur hydraulischen Steuerung der Lenkung oder Stoßdämpferregelung oder Niveauregelung von KFZ geeignet sind. Mit dem Fuß wird z. B. das Bremspedal *Ped* oder Gaspedal *Ped* bedient. Ein Pedalsensor *S1* greift die Pedalstellung ab, wobei zusammen mit dem Pedalsensor *S1* auch eine Regelelektronik, z. B. eine ABS- und/oder ASR-Regelelektronik — also z. B. ein entsprechender ABS/ASR-Computer — in einer gemeinsamen Baueinheit untergebracht sein kann. Die Regelelektronik kann hierbei also auch relativ kompliziert aufgebaut sein und in intelligenter Weise steuern.

Zu beiden Pumpsystemen gehört die eigentliche Pumpe *P*, welche die hydraulische Flüssigkeit zum Hydraulik-Stellzylinder *yd* so überträgt, daß der Hydraulik-Stellzylinder *Hyd* seinerseits situationsgerecht z. B. die Bremsen und/oder die Lenkung des KFZ steuert bzw. beeinflusst.

Zum Pumpsystem gehört zusätzlich der Elektromotor *M*, welcher — z. B. über ein Getriebe und über eine Kurbel — die Pumpe *P* antreibt bzw. bewegt. Ferner gehört zu den beiden Pumpsystemen jeweils ein Schaltkreis *R* oder eine ähnliche Leistungselektronik *L*, welches seinerseits/welche ihrerseits den Strom für den Elektromotor *M* situationsgerecht steuert.

Eine besondere Teilaufgabe der in beiden Figuren gezeigten Pumpsysteme ist das Erfassen des Druckes der Hydraulik-Flüssigkeit, um die Funktionsfähigkeit der Hydraulik zu überwachen. Die beiden gezeigten Beispiele unterscheiden sich vor allem durch die Maßnahmen, mit welchen diese besondere Teilaufgabe gelöst wird.

Bei dem bekannten Pumpsystem gemäß Fig. 1 erfaßt ein Drucksensor *S3* unmittelbar den Druck der Hydraulik-Flüssigkeit und leitet sein Sensorsignal an den Pedalsensor *S1* weiter, damit die Regelelektronik in mehr oder weniger intelligenter Weise auf den Druck in der Hydraulikflüssigkeit und damit z. B. auf Undichtigkeiten der Zylinder oder auf Klemmen der Kolben in der Pumpe *P* oder im Hydraulikzylinder *Hyd* situationsgerecht reagieren kann.

Der Drucksensor *S3* kann auch Indizien für Defekte jenes Organs liefern, welches vom Kolben des Hydraulik-

likzylinders *Hyd* beeinflußt bzw. gesteuert wird — das beeinflusste Organ kann also z. B. eine Bremse des KFZ oder ein Teil des Lenkgestänges des KFZ sein. Der Drucksensor *S3* kann z. B. auch Vibrationen des Druckes der Hydraulik-Flüssigkeit erfassen, so daß der Pedalsensor *S1* auch darauf reagieren kann. Überdies kann der Sensor *S3* auch Indizien für äußere Umstände wie Vibrieren des von der Hydraulik *Hyd* beeinflussten Organs, z. B. Vibrieren eines KFZ-Rades aufgrund von Unebenheiten der Straße, liefern.

Die Erfindung vermeidet, mittels eines Drucksensors *S3* unmittelbar den Druck in der Hydraulik-Flüssigkeit messen zu müssen; — die Erfindung gestattet jedoch, zusätzlich einen solchen Drucksensor *S3* zur unmittelbaren Messung des Druckes der Hydraulik-Flüssigkeit anzubringen, um in redundanter Weise auch mittels eines solchen Drucksensors *S3* unmittelbar den Hydraulik-Flüssigkeitsdruck zu erfassen.

Die Erfindung zeigt also einen neuen Weg, um indirekt den Hydraulik-Flüssigkeitsdruck zu erfassen und schafft damit weitere Voraussetzungen für einen besonders zuverlässigen Langzeitbetrieb des gesamten Pumpsystems.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Beispiel des Pumpsystems, welches indirekt, ohne jenem Drucksensor *S3*, sowohl die Hydraulik als auch das von der Hydraulik beeinflusste Organ (z. B. Bremse des KFZ) zu überwachen gestattet. Erfindungsgemäß werden dazu Parameter über das Elektromotorverhalten überwacht.

Erfindungsgemäß erfaßt hierzu mindestens ein Sensor, vergl. *S2*, während des Betriebs des Pumpsystems — zumindest von Zeit zu Zeit, wenn nicht kontinuierlich — Meßwerte bzw. Parameter über einen aktuellen Betriebszustand dieses Elektromotors *M*, ohne unmittelbar den Druck der Hydraulik-Flüssigkeit zu messen.

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel dienen hierzu ein Drehzahlsensor *S2*, welcher die Motordrehzahl erfaßt, sowie Sensoren — bzw. gleichsam Sensoren darstellende besondere Schaltungspunkte innerhalb der Stromführungen im Elektromotor *M* — zur Erfassung der unmittelbar am Elektromotor *M* liegenden Spannung *U* und zur Erfassung eines den Motorbetrieb kennzeichnenden Stromes — also z. B. des Wicklungsstromes und/oder des Ankerstromes. Diese Sensorsignale bieten für sich bereits jeweils Indizien für die Funktionstüchtigkeit der Hydraulik.

Wenn überdies gemäß Fig. 2 Sensoren gleichzeitig eine oder mehrere charakteristische Motorspannungen, ein oder mehrere charakteristische Motorströme und die Motordrehzahl gleichzeitig erfassen, kann die in Fig. 2 gezeigte intelligente Prüfeinheit *Comp* aus diesen Sensorsignalen unmittelbar z. B. das Drehmoment des Elektromotors *M* ableiten, welches besonders aussagekräftig hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit des Pumpsystems ist, und darüber hinaus sogar gewisse Indizien für das einwandfreie Funktionieren des an die Hydraulik *Hyd* angeschlossenen Organs (z. B. Bremse des KFZ) liefern. Insbesondere periodische oder aperiodische Schwingungen in Sensorsignalen, die dem Motorstrom *I* entsprechen, gestatten der Prüfeinheit, Indizien für ungewöhnliche Betriebszustände des betreffenden Organs (z. B. Bremse des KFZ) zu erkennen. Wenn das von der Hydraulik beeinflusste Organ z. B. die Lenkung eines KFZ oder die aktive Federung oder Niveauregelung des KFZ ist, können die Sensorsignale z. B. auch Indizien für Löchrigkeit der Fahrbahn und für überrollte Fahrbahnhindernisse wie Steine, Zweige liefern, so daß die Prüfeinheit *Comp* situationsgerecht unmittelbar rea-

gieren kann.

Die Prüfeinheit *Comp* kann zusätzlich hierbei als Steuereinheit benutzt werden, wobei beide gemeinsam durch einen einzigen Computer *Comp* gebildet werden. Eine solche Einheit prüft also nicht nur Parameter des Elektromotors *M*, um daraus Informationen über die Hydraulik abzuleiten. Eine solche Einheit steuert zusätzlich gemäß ihren Informationen über die Hydraulik den Elektromotor *M*, um ihm z. B. indirekt Soll-Werte für den Hydraulikdruck bzw. Soll-Werte für das Motordrehmoment vorzugeben. Hierbei kann diese kombinierte Prüf- und Steuereinheit *Comp* nicht nur die aus ihren Sensorsignalen ermittelten Informationen berücksichtigen, sondern auch den von dem Pedalsensor *S1* gelieferten Befehl des KFZ-Fahrers, der seinerseits über das Pedal *Ped* indirekt Einfluß nimmt auf den Soll-Wert, welcher der Hydraulik *Hyd* von der Einheit *Comp* vorgegeben wird.

Weil gemäß in Fig. 2 der Computer *Comp* zusammen mit der ihm nachgeschalteten, den Elektromotor *M* treibenden Leistungselektronik *L* eine gemeinsame kompakte Baueinheit bilden, braucht bei dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel nicht mehr ein zusätzlicher, z. B. das Antiblockiersystem und/oder die Antischlupfregelung steuernder weiterer eigener Computer für den Pedalsensor *S1* angebracht zu werden, weil dessen Funktionen zugleich vom einzigen vorhandenen Computer *Comp* mit übernommen werden können. Dieser in Fig. 2 gezeigte Computer *Comp* stellt also dann gleichzeitig nicht nur eine Prüfeinheit dar, welche z. B. nur das Drehmoment des Elektromotors *M* ermittelt, sondern zusätzlich die Steuereinheit, die z. B. den Soll-Wert des Motordrehmomentes, abhängig von der Pedalstellung *Ped* und abhängig von jenen Sensorsignalen vorgibt, welche das Betriebsverhalten des Elektromotors *M* — bevorzugt mehrere verschiedene Parameter dieses Verhaltens — erfassen.

Es gibt eine ganze Reihe weiterer Parameter des Motorbetriebes, welche zusätzliche Aussagen über die Funktionstüchtigkeit des Pumpsystems gestatten. So kann ein zusätzlicher Sensor die aktuelle Temperatur an zumindest einer Stelle einer der Elektromotor-Wicklungen messen/erfassen und sein Sensorsignal dem Computer *Comp* zuführen, wodurch ein drohender Ausfall des Elektromotors *M* — im allgemeinen rechtzeitig vor dem Ausfall — erkannt werden kann und Rückschlüsse auf den Betrieb des Elektromotors *M* während der dem betreffenden Meßzeitpunkt jeweils vorhergehenden Sekunden und/oder Minuten möglich sind. Wenn der Elektromotor *M* zu heiß wird, kann der Fahrer des KFZ z. B. akustisch und/oder optisch gewarnt werden. Außerdem kann der Computer *Comp* dann z. B. auch vollautomatisch zusätzlich auf das Getriebe oder Differential im Abtrieb des KFZ-Motors so eingreifen, daß ein Fahrverhalten erzwungen ist, welches im Regelfall die Überlastung des Pumpsystems bzw. die Überlastung des vom Pumpsystems beeinflussten Organs (z. B. Bremse) beseitigt. Bei dieser Weiterbildung der Erfindung ist also die Zuverlässigkeit des Pumpsystems und damit die Funktionstüchtigkeit des Hydrauliksystems dadurch gewährleistet, daß die Prüf- und Steuereinheit *Comp* nicht nur über die Leistungselektronik *L* auf den Elektromotor *M* wirkt, sondern zusätzlich auch auf weitere Organe, wie z. B. auf das Differential, indem letzteres dann z. B. blockiert wird.

In ähnlicher Weise können auch noch andere Motorbetriebs-Parameter mit Sensoren — und/oder mittels sensorähnlichen Meßeinrichtungen, die zu solchen Sen-

soren äquivalent sind, wie z. B. Potentialfeststellungen durch Abgriffe bildende Anschlüsse an relevanten Stromverzweigungen — erfaßt und dem Computer *Comp* zugeleitet werden. So kann z. B. ein entsprechend aufgebauter Sensor auch unmittelbar das Motordrehmoment erfassen. Ebenso können derartige Sensoren bzw. Meßeinrichtungen auch komplexere Betriebsparameter — z. B. die elektrische Leistungsaufnahme, integriert über bestimmte Dauern — erfassen. Alle solche Sensorsignale können im Computer *Comp* zur situationsgerechten Steuerung des Elektromotors *M* mitausgenutzt werden.

Als Beispiel wurde oben ein KFZ beschrieben, bei welchem die Hydraulik z. B. Bestandteil eines ABS, einer ASR oder vielleicht auch der Lenkung, Niveauregelung oder Stoßdämpfersteuerung ist.

Die Erfindung kann jedoch auch in anderen Objekten verwendet werden, z. B. in Schiffen und dort z. B. zur Steuerung von Rudern oder zur Steuerung der Anstellwinkel von Schiffsschrauben. Die Erfindung ist darüber hinaus überall einsetzbar, wo das betreffende Objekt einen langfristig besonders zuverlässigen Betrieb seiner hydraulischen Antriebe voraussetzt, z. B. bei Schwerlastkränen oder Baufahrzeugen oder Flugzeugen, ebenso bei stationären Objekten wie bei den hydraulischen Antrieben der Tore von Schleusen oder Schiebern von Wasserturbinen im Wasserkraftwerk oder bei sonstigen hydraulisch betätigten Schiebern.

Die Voraussetzungen für einen besonders zuverlässigen Langzeitbetrieb des Pumpensystems kann auch auf eine ganz elegante Weise zusätzlich verbessert werden:

Bekanntlich sind besonders bei rauhem Betrieb des Objektes bzw. des Pumpensystems besonders die elektrischen Leitungen und Kontakte gefährdet. Die Leitungen können brechen, ihre Isolationen können durch Vibrationen durchgescheuert werden, Lötstellen können sich lösen, Klemm- und Schraubverbindungen von Leitungen können sich ebenfalls lösen. Darüber hinaus kann der Betrieb des Elektromotors *M* durch Staub und Wasser gefährdet sein.

Um solche Störungen des Elektromotors *M* und um Mängel der Leitungen im besonders kritischen Bereich zwischen dem Elektromotor *M* und seinen wichtigsten Sensoren — z. B. *S2*, *I*, *U* — sowie seiner Prüfeinheit *Comp* selbst unter rauen Betriebsbedingungen mit hoher Langzeit-Zuverlässigkeit zu vermeiden, kann der Elektromotor *M* zusammen mit diesen Sensoren *S2*, *U*, *I* und zusammen mit jenen gefährdeten Leitungen und deren wichtigste Anschlüsse in einem gemeinsamen, gegen Wasser und Staub abgedichteten Gehäuse *K* eingeschlossen werden. Dann ist es überdies nicht mehr nötig, zusätzliche aufwendige Abdichtungsmaßnahmen unmittelbar am eigenen Gehäuse des Elektromotors *M* anzubringen, um den letzteren gegen Staub und/oder Wasser zu schützen. Überdies ist es dann möglich, das auf diese Weise gebildete gemeinsame Gehäuse *K* mit dem Elektromotor *M*, jenen Sensoren — z. B. *S2*, *U*, *I* — und seiner Prüf- und Steuereinheit *Comp* auf besonders einfache Weise als kompakten Block *K* im Objekt (z. B. KFZ, Schiff oder dergleichen) anzubringen. Überdies kann in diesem gemeinsamen Gehäuse *K* jede gefährdete Leitung für sich ohne besondere Schwierigkeit so stabil befestigt sein, daß selbst rauhe Vibrationen nicht mehr die Zuverlässigkeit dieser Leitungen beeinträchtigen.

Jenes gemeinsame Gehäuse *K* kann aus Metall hergestellt sein. Dieses Gehäuse *K* kann jedoch auch z. B. um den Elektromotor *M* und um die betreffenden Leitun-

gen und Sensoren herum gegossen oder gespritzt werden, wozu sich insbesondere bestimmte, beim Aushärten schrumpfende Kunststoffe eignen, welche die von ihnen eingeschlossenen Teile besonders zuverlässig fixieren. Auf diese Weise kann das betreffende gemeinsame Gehäuse *K* nicht nur besonders leicht hergestellt werden, sondern darüber hinaus über lange Zeit einen besonders sicheren Betrieb garantieren.

In dem gemeinsamen Gehäuse *K* können auch zusätzliche Bauteile untergebracht werden, die unmittelbar oder mittelbar den Elektromotor *M* steuern. So kann z. B. die — dem Computer *Comp*/ der Prüfeinheit *Comp*/ der Steuereinheit *Comp* nachgeschaltete — Leistungselektronik *L* ebenfalls im gemeinsamen Gehäuse *K* mit untergebracht sein, nicht nur jene Prüf-/Steuereinheit *Comp* selbst. Auch durch die Unterbringung solcher zusätzlicher Bauteile in dem gemeinsamen Gehäuse *K* ist erreichbar, daß die Leitungen von und zu solchen zusätzlich im gemeinsamen Gehäuse *K* untergebrachten Bauteilen langfristig gegen Schäden gesichert sind. Darüber hinaus wird durch die Unterbringung so vieler Bauteile im gemeinsamen Gehäuse ein besonders kompakter, später leicht in das Objekt (z. B. Kfz, Schiff usw.) montierbarer Aufbau erreicht.

Im und/oder an der Wandung des gemeinsamen Gehäuses *K* kann zusätzlich ein gut wärmeleitender Wärmeableitkörper — z. B. eine metallische Platte mit Kühlrippen — angebracht werden, welcher eine von der Leistungselektronik *L* ausgehende Verlustwärme an die Umgebung des gemeinsamen Gehäuses *K* ableitet. Dadurch kann die Gefahr von thermischen Überlastungen der Leistungselektronik verringert und dem Ausfall des Pumpensystems vorgebeugt werden.

Zumindest ein hoher Anteil der im gemeinsamen Gehäuse *K* untergebrachten Elektronikbauteile — vgl. *Comp*, *L*, *S2*, *I* und *U* — können zunächst auf einer Leiterplatte montiert werden, bevor diese Elektronikbauteile zusammen mit der Leiterplatte in dem gemeinsamen Gehäuse *K* eingeschlossen werden. Eine solche Weiterbildung kann auf besonders einfache Weise mit wenig Aufwand hergestellt werden und trotzdem langfristig eine hohe Zuverlässigkeit bieten.

Patentansprüche

1. Pumpsystem (*S2*, *Comp*, *L*, *M*, *P*) eines hydraulischen Stellgliedes (*Hyd*) zum Einstellen eines beweglichen Organs eines Objektes — z. B. einer Bremse eines Antiblockiersystems eines KFZ —, mit
— einem Elektromotor (*M*) zum Antreiben einer der Hydraulik-Flüssigkeitsdruck beeinflussenden Pumpe (*P*),
— mindestens einer Prüfeinrichtung (*S2*, *U*, *I*, *Comp*) zur Erfassung des Druckes der Hydraulik-Flüssigkeit (*Hyd*) und damit zur Erfassung der Funktionsfähigkeit der Hydraulik (*Hyd*), dadurch gekennzeichnet, daß — der Sensor/die Sensoren (*S2*, *U*, *I*) während des Betriebs des Pumpensystems zumindest von Zeit zu Zeit, wenn nicht kontinuierlich, Meßwerte über den aktuellen Betriebszustand des Elektromotors (*M*) erfaßt/erfassen, ohne unmittelbar den Druck der Hydraulik-Flüssigkeit zu erfassen.
2. Pumpsystem nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß — ein erster Sensor (*S2*) die aktuelle Drehzahl des Elektromotors (*M*) erfaßt.
3. Pumpsystem nach Patentanspruch 1 oder 2, da-

durch gekennzeichnet, daß — ein zweiter Sensor (*I*) die aktuelle Stromaufnahme des Elektromotors (*M*) erfaßt.

4. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, bevorzugt nach den Patentansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß — ein dritter Sensor (*U*) die aktuelle Betriebsspannung am Elektromotor (*M*) erfaßt.

5. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß — ein vierter Sensor die aktuelle Temperatur an zumindest einer Stelle der Elektromotor-Wicklung erfaßt.

6. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß — ein fünfter Sensor an der Motorwelle das aktuelle Motordrehmoment erfaßt.

7. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, bevorzugt nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß — der Elektromotor (*M*) zusammen mit zumindest einem Teil seiner Sensoren (*S* 2, *U*, *I*) in einem gemeinsamen, gegen Wasser und Staub abgedichteten gemeinsamen Gehäuse (*K*) eingeschlossen sind.

8. Pumpsystem nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß — das gemeinsame Gehäuse (*K*) ein um den Elektromotor (*M*) und die Sensoren gegossenes oder gespritztes Kunststoffgehäuse (*K*) ist.

9. Pumpsystem nach Patentanspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß — im gemeinsamen Gehäuse (*K*) auch zumindest Teile einer den Elektromotor (*M*) steuernden Leistungselektronik (*L*) untergebracht ist.

10. Pumpsystem nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß — in und/oder an der Wandung des gemeinsamen Gehäuses (*K*) ein gut wärmeleitender Wärmeableitkörper, welcher eine von der Leistungselektronik (*L*) ausgehende Verlustwärme an die Umgebung des gemeinsamen Gehäuses (*K*) ableitet, angebracht ist.

11. Pumpsystem nach Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß — im gemeinsamen Gehäuse (*K*) auch zumindest Teile einer die Leistungselektronik (*L*) steuernden Regelelektronik (*Comp*) untergebracht ist.

12. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß — im gemeinsamen Gehäuse (*K*) auch eine die Sensorsignale (*S* 2, *U*, *I*) auswertende Prüfeinheit (*Comp*) untergebracht ist, die zumindest das Drehmoment des Elektromotors (*M*) ermittelt.

13. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, bevorzugt nach einem der Patentansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß — eine den Elektromotor (*M*), abhängig von einem Geber (*Ped*), der das ganze Pumpsystem beeinflusst, steuernde Steuereinheit (*Comp*) durch einen Computer (*Comp*) gebildet wird, der seinerseits auch die Funktionen der Prüfeinheit (*Comp*) mit übernimmt.

14. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß — zumindest weitgehend die im gemeinsamen Gehäuse (*K*) untergebrachten Elektronikbauteile (*S* 2, *Comp*, *L*) zunächst auf einer Leiterplatte montiert wurden, bevor diese Elektronikbauteile (*S* 2, *Comp*, *L*) zusammen mit der Leiterplatte von dem gemeinsa-

men Gehäuse (*K*) eingeschlossen wurden.

15. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß — das Organ ein Antiblockiersystem eines Fahrzeuges und damit eine Bremshilfe ist.

16. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß — das Organ eine Antischlupfregelung eines Fahrzeuges und damit eine Anfahrhilfe ist.

17. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß — das Organ ein Lenksystem eines Fahrzeuges ist.

18. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß — das Organ die Niveauregelung eines Straßen- bzw. Pistenfahrzeuges ist.

19. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß — das Organ der Stoßdämpfer eines Fahrzeuges ist.

20. Pumpsystem nach einem der Patentansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß — das Fahrzeug ein KFZ ist.

3819490

1/1

FIG 1

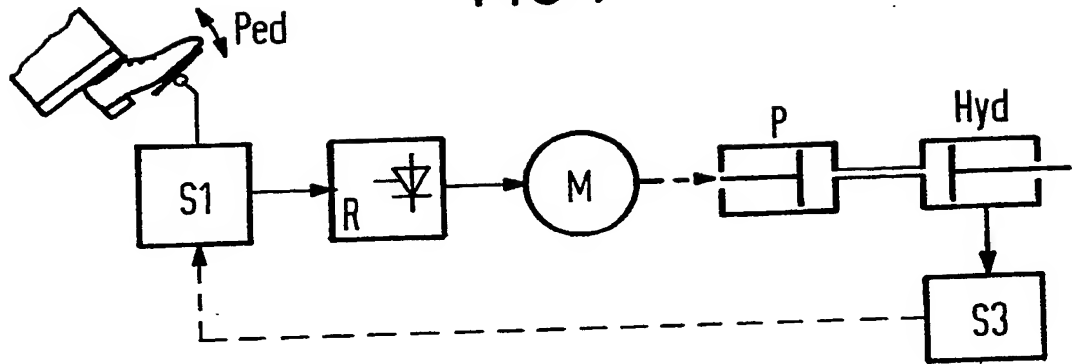


FIG 2

